

人工智能技术在水利工程管理中的应用研究

毛 辉

河南省水利第二工程局集团有限公司 河南 郑州 450000

摘 要:人工智能凭借数据处理能力强、动态识别灵敏、智能推演精准、全天候运行稳定的技术优势,逐步成为水利工程管理转型升级的核心驱动力。本文以人工智能技术在水利工程管理中的应用为研究主体,系统梳理当前水利工程管理的整体发展现状,总结现阶段管理工作存在的各类现实问题。聚焦智能数据采集、安全风险预警、水文水资源分析调度、施工智能管控等核心应用场景,深入探究人工智能技术在水利工程全流程管理中的具体应用价值。

关键词:人工智能技术;水利工程;管理;应用

引言

水利工程是保障水资源合理调配、防洪减灾、生态保护、工农业生产及民生供水的重要基础设施,在区域安全保障体系中占据核心地位。随着水利基础设施网络持续完善,水利工程体量不断增大,运行工况更加复杂,传统依靠人工巡查、经验判断、阶段性监测的管理方式,已经无法应对高频次、多维度、动态化的现代管护需求。数字化与智能化转型是新时代水利行业高质量发展的必然趋势,人工智能作为新一代核心技术,能够有效破解传统水利管理的制度性与技术性短板,实现工程运行状态的实时感知、风险隐患的提前预判、水资源的科学调配与施工过程的智能管控。

1 水利工程管理现状及存在问题

1.1 水利工程管理发展现状

(1) 现阶段水利行业已经建立起相对完善的工程管理制度体系,各类水利工程的日常管护、安全检查、维修养护、运行调度等工作均有对应的行业标准作为依据。各级水利管理部门逐步落实分级管护责任,明确不同类型水利工程的管理主体与岗位职责,有效改善了以往管护责任模糊、运维工作混乱的局面。常态化的工程巡查、隐患排查、年度检修等基础工作逐步走向标准化,能够基本保障各类水利工程的日常稳定运行,满足基础防洪与水资源利用需求。(2) 在数字化转型的行业背景下,水利工程管理的技术手段也得到了明显更新^[1]。多数水利工程已经逐步引入信息化监测设备,替代传统人工巡查模式。数据采集、信息传输、台账记录等基础管理工作逐步实现电子化处理,打破了以往完全依靠纸质记录、人工统计的落后管理方式。部分重点水利工程开始试点应用智能化监测、远程数据传输、线上

运维管理等新型模式,有效提升了工程管理的时效性与便捷性,为智慧水利体系建设打下了初步基础。(3) 虽然整体管理水平稳步提升,但当前水利工程管理体系仍处于新旧模式交替的过渡阶段。传统管理思维与老旧运维模式依旧占据较大比重,数字化、智能化技术的应用大多停留在表层环节,尚未完全融入工程运维、风险研判、智能调度的核心环节。基层管理队伍的工作模式仍以被动处置问题为主,主动预判、提前防控的现代化管理能力较为薄弱。整体来看,水利工程管理正处于转型升级的关键阶段,规范化框架基本成型,但智能化精细化的深度建设仍有较大提升空间。

1.2 工程监测手段传统、数据精度偏低

(1) 传统监测模式高度依赖人工现场作业完成数据采集。工作人员需要按照既定周期抵达工程现场开展实地观测与记录工作,整体工作开展会受到天气条件、地形环境以及时间安排的多重约束。面对位置偏远或者环境复杂的工程区段,人工监测的开展难度会进一步加大,很难实现不间断的持续观测。监测工作只能按照固定周期开展,两次监测的间隔时段内,工程结构发生的细微变化无法被及时捕捉,部分突发性的异常状态很难第一时间被发现,容易出现监测信息滞后的问题。(2) 人工监测过程还会不可避免引入人为因素带来的数据偏差。观测人员的专业能力、工作状态、操作规范程度都会对最终采集结果产生影响。读数记录过程中容易出现主观判断偏差和登记录入错误,降低监测数据的可靠程度。同时传统监测设备整体性能有限,对工程结构微小变形、渗流变化等细微指标的捕捉能力不足,难以识别早期阶段的工程隐患。很多隐蔽部位的内部变化无法通过表层观测得到有效反馈,只能依靠工作人员经验做出

大致判断,数据的量化支撑力度不足。(3)部分工程虽然已经布设基础监测设备,但设备老化维护不到位的现象较为普遍。设备长期处于潮湿多水的复杂工况之下,如果缺少常态化检修校准,会慢慢出现灵敏度下降、信号偏移等问题,持续输出失真的监测数据。失真的数据会干扰管理人员对工程真实运行状态的判断,不利于隐患的早期识别。

1.3 风险预判能力薄弱,被动化管理问题突出

(1)传统水利管理模式主要依托定期巡查和阶段性检测开展安全管控,整体工作逻辑以发现问题和解决问题为主,缺少对风险演变趋势的系统性分析能力。基层管理人员大多依靠自身从业经验判断工程运行状态,对隐蔽性、渐进性的工程隐患识别能力有限。很多结构形变、渗流异常、设备老化衰退等隐性问题,在初期发展阶段无法被及时察觉。等到外在故障或安全问题显现时,隐患已经发展到较为严重的程度,不仅增加维修整改难度,还会影响水利工程的正常运行秩序。(2)风险研判体系的不完善,进一步加剧了管理工作的滞后性。传统管理模式无法对海量监测数据进行系统化梳理与动态分析,难以根据季节变化、水文波动、工程服役年限等要素推演风险发展规律^[2]。管理工作缺少科学化的预判依据,无法提前制定针对性的防控预案。面对汛期强降雨、水位骤升骤降、长期高温或低温等特殊工况,管理部门只能采取临时应对的方式开展工作,应急处置较为仓促,防控资源调配缺乏提前规划,很难实现精准有效的风险防控。(3)被动化的管理模式也让水利工程运维长期陷入事后补救的循环状态。常态化管护工作更多聚焦表面问题的清理整改,没有针对风险源头开展预防性治理。长期的被动管理不仅消耗大量人力物力资源,造成运维成本的持续增加,也让工程安全运行始终存在不确定隐患。整体而言,风险预判能力的不足,是制约现代水利工程精细化、智能化管理转型的核心短板之一,也凸显了引入智能分析技术和动态预警机制的现实必要性。

2 人工智能在水利工程管理中的主要应用领域

2.1 智能监测与数据采集应用

(1)人工智能赋能下的智能监测体系,可以实现水利工程运行状态的全天候不间断采集监测。依托前端布设的各类智能传感设备,搭配自动采集传输系统,能够持续捕捉工程结构形变、水体流量、水位变化、渗压波动等各类核心水利数据。整套采集过程无需人工现场介入,能够有效规避人工巡查受天气环境、地形条件、工作时段限制带来的监测空白。可以持续捕捉工程运行中

的细微动态变化,保证监测数据的连续性和完整性,彻底改变传统阶段性监测的数据断层问题。(2)相较于传统采集方式,智能采集模式的数据精准度得到大幅提升^[3]。人工智能具备自主校准和智能筛选的能力,能够对设备采集到的原始数据进行降噪处理。系统可以自动识别数据传输过程中产生的异常数值和干扰数据,剔除无效信息,同时对有效数据进行规整修正,最大程度降低设备误差与环境干扰带来的数据偏差。这种智能化的数据处理方式,有效解决了传统人工记录主观误差大、数据精准度不足的问题,保障采集数据能够真实反映水利工程的实际运行状态。(3)智能监测体系可以实现全域化、立体化的工程监测覆盖。传统人工监测仅能针对工程表面和可抵达区域开展检测,大量隐蔽结构和偏远区域存在监测盲区。智能传感设备可以布设至工程隐蔽部位、偏远河段等人工难以触及的区域,结合人工智能的全域数据分析能力,构建全方位无死角的监测网络。

2.2 水利工程安全风险智能预警应用

(1)智能预警系统可以依托全天候监测获取的海量工程数据,开展持续性的动态分析工作^[4]。系统能够自主对比工程运行的标准参数与实时运行数据,精准捕捉结构渗流、水体水位、工程形变等各类指标的细微异常波动。针对常规人工难以察觉的隐性隐患,智能算法可以通过数据变化规律进行深度推演,提前识别风险萌芽状态,规避人工巡查存在的盲区与滞后性问题。(2)该类智能应用能够搭建分级化的风险预警机制,根据数据异常的严重程度区分不同的风险等级。系统会按照预设的安全标准完成自动研判,针对轻微异常、一般隐患和重大风险做出差异化判定,并同步推送对应预警提示。管理人员可以依据预警等级有序开展核查处置工作,实现风险的精准管控和分级治理,避免出现盲目处置或者遗漏隐患的情况。(3)依托智能预警技术的常态化运行,水利工程能够实现全天候不间断的风险值守。彻底解决了传统人工值守巡查存在的时间限制和精力局限,有效降低重大安全事故的发生概率。持续化、智能化的风险预判模式,大幅提升了水利工程安全管理的主动性与科学性,全面强化水利工程运行的安全稳定保障能力。

2.3 水文水资源智能分析与调度应用

(1)人工智能技术可以实现水文数据的智能化梳理与深度分析。传统水文工作仅能完成基础的数据统计和简单对比,无法挖掘海量数据背后的演变规律。人工智能算法能够整合长期水文监测数据、气象动态数据、流域径流变化数据等多维度信息,完成数据的系统化清

洗归类与关联分析。通过对历史水文演变趋势的深度学习,系统可以精准总结区域水文周期变化特征,捕捉常规分析难以识别的细微波动规律,让水文分析工作摆脱经验化的局限,具备更强的科学性与准确性。(2)在水文预测预报方面,智能技术能够大幅提升预判工作的时效性与精准度。可以结合实时气象变化和流域水文动态,对未来时段的降雨量、河道径流量、水位变化等关键指标进行动态推演。有效弥补传统预报模式精度不足、更新缓慢的短板,能够提前掌握水文变化趋势,为防汛准备、蓄水调控、用水规划预留充足的准备时间,从源头提升水资源风险防控能力。(3)在水资源调度层面,人工智能可以实现精细化、动态化的智能调度管控。系统能够结合区域供水需求、农田用水规模、生态补水要求以及工程蓄水状态,进行多维度综合测算。根据不同时段的用水差异,自动优化水资源分配方案,合理调控水利工程蓄水、排水、输水运行状态。改变以往固定化、经验化的调度模式,避免水资源闲置浪费或者供给不足的情况。

2.4 工程施工智能化管控应用

(1)人工智能可以对施工质量开展全过程智能识别与监督。依托前端感知设备采集施工现场的各类信息,结合算法模型完成施工工序的比对校验。系统能够自动比对现场施工参数与设计标准之间的差异,及时捕捉施工工序不规范、工艺参数偏离设计要求等质量相关问题。摆脱传统模式下依靠人工肉眼判别带来的主观误差,实现对隐蔽工序以及连续作业环节的不间断质量监督,降低质量缺陷遗留的概率,为水利工程实体质量筑牢技术防线。(2)在施工进度管控层面,智能技术能够实现施工进度动态推演与优化调整。系统整合施工计划、物料供给状态、人员设备配置以及气象水文条件等多维度信息,持续比对实际施工推进情况与计划目标之间的差距^[5]。当外部环境发生变化造成施工进度出现偏差时,算法可以结合各类约束条件给出进度优化调整参考,帮助管理人员及时优化资源配置,规避工期延误带来的各类连锁影响,提升施工计划执行的可控程

度。(3)施工安全管控同样是人工智能在水利施工现场的重要应用方向。通过对现场作业状态进行持续解析,及时识别各类不安全作业行为以及现场环境层面的安全隐患。针对高风险作业场景实现不间断的智能监护,弥补人工监管精力有限、监管存在盲区的短板,做到安全隐患早发现早提醒,降低施工现场安全风险发生概率。(4)智能管控体系可以将施工过程中产生的人员、设备、物资、环境等多源数据统一归集,形成完整的施工过程数据档案。各类数据可以为后续工程运维阶段提供参考依据。整体来看,人工智能赋能下的施工管控模式,改变了传统水利施工依靠人工经验为主的管理方式,实现质量进度安全多维度协同管控,有效提升水利工程施工阶段的综合管理效能。

结语

综上所述,智能化转型是水利行业未来的核心发展方向,后续水利工程管理工作需要持续深化人工智能、大数据等数字技术与水利场景的深度融合。不断完善数据治理体系、人才培养体系和运维管理制度,逐步构建全覆盖、高精度、主动性、长效化的智能水利管理格局,持续提升水利工程安全运维能力与水资源科学管理水平,为水利行业高质量、可持续发展提供坚实保障。

参考文献

- [1] 余彦,薛菜平,夏伟.人工智能技术在水利工程管理中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2026,(3):009-012.
- [2] 梁建波,吴鼎,何成威,等.基于人工智能和知识图谱的水利工程标准化管理评分系统构建与应用研究[J].水利规划与设计,2026,(7):105-109+148.
- [3] 符太玉.人工智能在水利工程管理中的应用研究[J].中国设备工程,2026,(9):34-36.
- [4] 项瑞果,王玉杰,杨洋.人工智能在水利工程管理中的应用策略[J].水上安全,2026,(2):28-30.
- [5] 孙威,代子丹.智能化技术在水利工程运行管理中的应用研究[J].新潮电子,2026,(10):100-102.